ゲンジボタル・ヘイケボタル幼虫に対するＬＥＤ照明の影響について

福岡大学工学部　学生員　○嶌村晃　福岡大学工学部　正会員　渡辺亮一
福岡大学工学部　正会員　皆川朋子　福岡大学工学部　正会員　山﨑惟義
福岡大学工学部　正会員　伊豫岡宏樹

１．はじめに

ホタルは昔から夏の風物詩として親しまれ，かつては日本の河川や水路のいたるところで乱舞している姿を見ることができた．しかし，現在，都市域でホタルを見ることができる場所はごく限られた場所のみとなっている．全国各地でホタルを復活させようという動きは進められているが，都市河川でホタルの生息環境を復活させるのは難しく成功した例は多くないのが現状である．その中で，最も解決しにくい問題となるのが，光害である．ホタルは一生を通して光を嫌う性質があるためこの問題を解決しなければホタルの再生は難しい．

そこで私は，ホタルが感受しにくい波長の光があるならば，それを街灯等に用いることにより，人間の為の照明の機能を維持しながらホタルの生息環境を保護出来るのではないかと考えた．様々な光源がある中，新たな光源として需要が急速に拡大している LED に注目した．市販されている多くの LED 商品は，従来の電球や蛍光灯と比べ，光を照射する範囲が極端に狭いという特長がある．これにより，例えばホタルが生息する河川沿いの街路灯に LED を用い，人間が歩く空間のみを照らし，ホタルが生息する空間に光が入らなくするということができるのではないかと考えた．そこで，本研究ではホタルと LED 照明の関係について論じ，ホタルへの影響について検討していく．

２．調査概要

(1)　照度観測

実河川や水路での夜間の照度を測定した．観測地点はホタルの生息が確認されている場所 A,B,C,D,E,F の 6 地点，生息が確認されない場所 G,H,I,J の 4 地点の計 10 地点を対象とした. G~J 地点は餌となるカワニナの生息，さなぎのための土壌があるという条件を満たす場所を選択した．観測時刻はホタルがよく見られる時刻 20:00~21:30 とした．観測には，精度の高いデジタル照度計(custom 製　LX-1335)を用いた．

(2)　幼虫を用いた非背光性実験

試験装置は，プラスチック容器とダンボール箱を用いて作成した（**図-1**）．幼虫の行動を調べる試験水槽はプラスチック容器を用い，LED 照明区と暗区(光源を入れた四角柱の箱の側を LED 照明区，光源を置かない側を暗区とした)の境目を黒色の板で仕切り，容器の底面と仕切りの間に 5mm 程度の隙間を開けて両区の間をホタルが行き来出来るようにした．ダンボールで四角柱の箱の遮光用のカバーを作り，その内側上面に電球ソケットを付けて光源の LED ランプをセットした．なお，幼虫を入れるプラスチック容器の水槽の照度は，ホタル幼虫を入れる LED 照明区側の底面の中心の照度で代表させた．暗区はダンボールで作った蓋で覆って外部から光が入らないようにした．寸法等は図-1 に示す．

試験は，幼虫を飼育している人工環境室において，水を入れたプラスチック容器の LED 照明区に飼育しているゲンジボタル，ヘイケボタルの幼虫を無作為に 10 頭選び，LED 照明区に放す．光源を点灯し，1 時間後に暗区の蓋を開け，LED 照明区及び暗区に分布する幼虫の数を調べた．照度を調節するために，底に穴の開いた実験装置を作成した．底の穴にデジタル照度計（custom 製　LX-1335）のセンサーを設置し，LED を点灯して照度を測定した．高さを変えたり，遮光材を用いたりすることによって照度を月明かり程度の 0.1, 1.0lux, 街路灯の近辺程度の 5.0, 10.0lux に調節した．

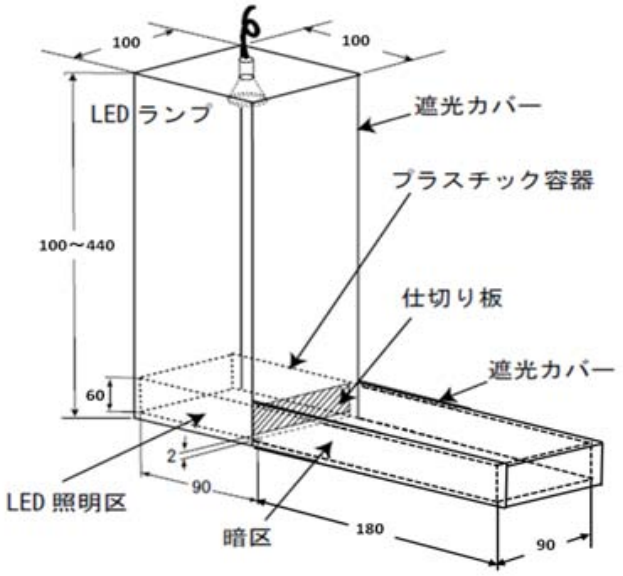

図-1 実験装置（数字の単位は mm）

出典：宮下衛：ゲンジボタル・ヘイケボタルの幼虫に対する LED 照明の影響について，土木学会論文集，Vol.65，No.1，p3，図-2 を改変

(1)　照度観測

図-2 は，野外での夜間照度観測結果を示している．ホタルの生息している A~F の 6 地点の夜間照度は 0.03~0.63lux の範囲であった．一方，ホタルが生息していない G~J 地点の夜間照度は約 2.5~15lux と高い値を示した．これらの地点は川沿いの道路に街灯やガソリン

スタンド等があるため高い夜間照度を示したと考えられる．J 地点の照度は 0.27lux と十分な値であった．この地点は照度も餌の量も十分だが，産卵場の環境が悪いためにホタルの生息が確認できないと考えられる．ホタルの生息している地点としていない地点の違いは，周辺に街灯などの光源があるかどうかの違いであった．また生息地は木などの光を遮る障害物があり，暗闇に近い場所があるという共通点があった．

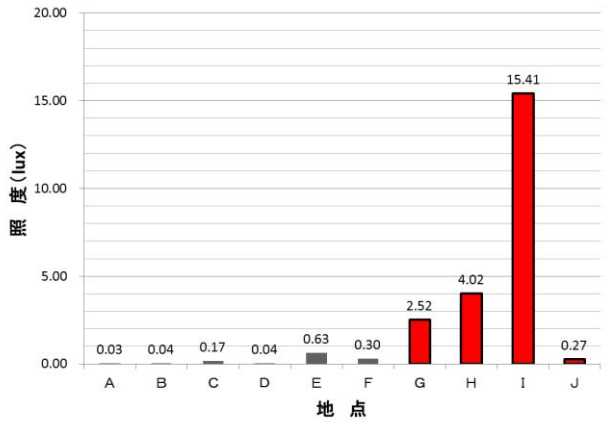

図-2 夜間照度観測結果

（2） 幼虫を用いた非背光性実験

6 色の LED 照明の影響について，縦軸に非背光性指数，横軸に照度を示した．（**図－3**）光源の LED 照明を点灯しない状態で LED 照明区に幼虫を放した対照実験の結果，光源側に留まった数の平均値がゲンジボタルは 7.7 頭，ヘイケボタルは 4.9 頭であった．対照実験結果の平均値を A，光を照射した実験結果の平均値を a とする．非背光性指数を U とし，次式で定義する（U=a/A）．グラフには A=1 として示した．この U が 1 以上ならば，光の影響が無く，1 未満であれば，光の影響があると考える．ゲンジボタルは，非背光性指数がどれも 1 を下回った．赤，橙色の暖色系の色は 0.5 以上の結果が得られ，他の色は 0.5 を下回る結果となった．どの色も，照度が高くなるにつれて非背光性指数が小さくなる傾向が得られた．ヘイケボタルは，照度 0.1lux のとき，青色以外，非背光性指数が 1 を上回る結果が得られた．赤，橙色の暖色系の色は，照度 10lux のときでも指数が 1 を上回るという結果が得られた．青色は，他の色と比較して，ゲンジボタル，ヘイケボタル共に光を避ける数が多かった．図-3 より，ゲンジボタルの方がヘイケボタルより光を避ける数が多く，低い照度の光を避ける傾向があるといえる．過去の研究でホタルの複眼の分光感度と発光スペクトルのピークがほぼ一致するという結果が得られている．ピークの波長は 550nm であり，ホタルはこの波長を一番感受する．しかし，一般的に感受しないといわれる青色を避ける傾向も確認されたことから，紫外線に近い青色を避けたのではないかと推察される．

４．まとめ

今回の観測及び実験により以下の 2 点が明らかとなった．1．ホタル幼虫が生息するには，水面の照度が約 0.6lux 以下であること．また，街灯が無く，光を遮る障害物があることが望ましい．2．ゲンジボタル幼虫，ヘイケボタル幼虫共に，赤，橙色 LED の光を感受しにくい．青色 LED の光を特に感受し，嫌う傾向がある．ヘイケボタル幼虫はゲンジボタル幼虫よりも，光を感受しにくい．

今後の課題として，一般的には忌避しないと考えられる青色に対しても背光性が見られたため，検討が必要であると考えられる，また LED 光を当てた幼虫の生態に影響が無いのかを調べる必要があると考えられる．

謝辞：本試験に使用した LED ナツメ球の発行スペクトルに関する情報を快く提供して下さった朝日電器株式会社にここに記して感謝する．

参考文献

1)宮下衛：ゲンジボタル・ヘイケボタルの幼虫に対する LED 照明の影響について，土木学会論文集，Vol.65，No.1，pp1~7，2009.
2)大場信義：ゲンジボタル，文一総合出版，1988.
3)三石暉弥：ヘイケボタルー可憐な人里の昆虫ー，ほおずき書籍株式会社，1996.

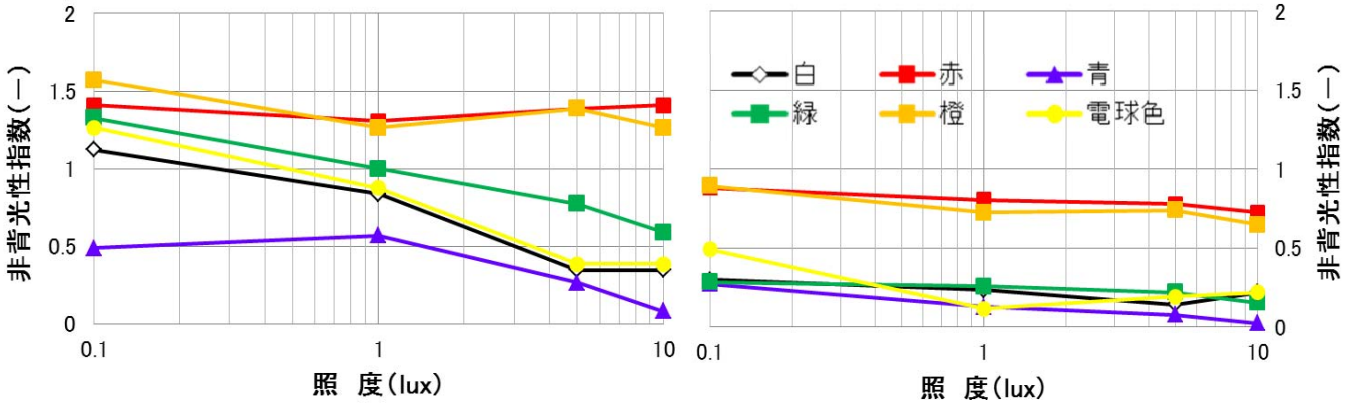

図-3 ゲンジボタル・ヘイケボタル幼虫に対する各色の LED 照明の影響（左：ヘイケボタル，右：ゲンジボタル，n=10）